



## **Forskningsbaseret anvisning i plantevalg, etablering og drift af LAR-vejbede** **Optimering af økosystemtjenester og rekreativ merværdi**

Bjørn, Mona Chor; Howe, Andrew Gordon; Sangill, Lærke Kit

*Publication date:*  
2019

*Document version*  
Også kaldet Forlagets PDF

*Document license:*  
[Ikke-specificeret](#)

*Citation for published version (APA):*  
Bjørn, M. C., Howe, A. G., & Sangill, L. K. (2019). *Forskningsbaseret anvisning i plantevalg, etablering og drift af LAR-vejbede: Optimering af økosystemtjenester og rekreativ merværdi*. (1 udg.).

# FORSKNINGSBASERET ANVISNING I PLANTEVALG, ETABLERING OG DRIFT AF LAR-VEJBEDE

Optimering af økosystemtjenester og rekreativ merværdi





## INDHOLD

Introduktion	1
De værdifulde LAR-vejbede	2
Caseområde - Langelinie, Odense	4
Undersøgelser i VUDP-projektet	8
Dataindsamling	10
Forsøg - Optimering af økosystemtjenester i vejbedet	12
Anbefalinger	16
Litteratur og nyttige links	24

## UDGIVELSESTIDSPUNKT

FEBRUAR 2019

## FORFATTERE

Mona C. Bjørn, Ph.d.

(Institut for Plante- og Miljøvidenskab)

Andy G. Howe, Ph.d.

(Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning)

Lærke K. Sangill

(VandCenter Syd)



L.K. Sangill

## TAK TIL

De involverede partnere, for jeres deltagelse i møder i løbet af projektperioden, samt jeres værdifulde bidrag.

Tak til økonomisk støtte og opbakning til projektet fra DANVA gennem VUDP støtteprogrammet.

Tak til Nykilde ApS for sponsorering af frø til de udsåningsforsøg, der er blevet etableret i projektperioden.

## KILDEANGIVELSE OG OPHAVSRET

Ved anvendelse af anvisningens indhold bedes citeret:

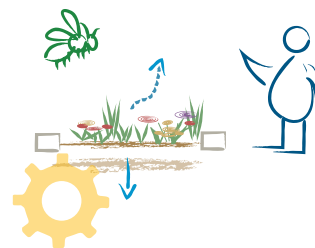
Bjørn, M.C., Howe, A.G. & Sangill, L.K. (2018). Forskningsbaseret anvisning i plantevalg, etablering og drift af LAR-vejbede – Optimering af økosystemtjenester og rekreativ merværdi. Vandcenter Syd, Odense. 25 s.

Ved brug af eksempler, indhold eller fotos skal der kildeangives. Ved brug i salgs- og reklameøjede er anvendelse af rapportens indhold og fotos kun tilladt efter skriftlig tilladelse.

## INVOLVEREDE PARTNERE

- Odense Kommune, repr. Birgit B. Laursen
- VandCenter Syd A/S, repr. Lærke K. Sangill
- Aarhus Kommune, repr. Martin Højholt
- Aarhus Vand A/S, repr. Anne Laustsen
- HOFOR A/S, repr. Søren Hansen og Sara K. Bastholm
- Brøndby Kommune, repr. Martin S. Christensen
- Københavns Kommune, repr. Henriette B. Nguessan og Henriette L. Vonsbæk
- Københavns Universitet, repr. Mona C. Bjørn og Andy G. Howe

# Introduktion



Lokal afledning af regnvand (LAR) vinder større og større indpas i danske kommuner og forsyninger. LAR og byudvikling samtænkes ud fra en vision om en grundlæggende ny grøn struktur for regnvandets vej gennem byen. LAR-elementernes potentiale for at øge biologisk mangfoldighed og bidrage med rekreative oplevelser til byens borgere, fremføres i stor stil. Beplantningen i LAR-anlæggene er central for, at disse forventninger kan blive indfriet.

I arbejdet med klimatilpasning og regnvandshåndtering er der stor usikkerhed omkring plantevalget til LAR-anlæg. Spørgsmålene er mange:

- Hvilke plantearter egner sig til at vokse i miljøer med forurenede og skiftende vandstand?
- Hvordan undgår vi store driftsomkostninger til LAR anlægget?
- Hvilke andre merværdier kan LAR-anlægget tilbyde, og hvordan opnår vi denne værdi?

Der findes meget grundlæggende viden om etablering af velfungerende beplantninger. Det er denne viden, der skal sættes i spil og kombineres med en forståelse af de specielle miljømæssige forhold i et LAR-anlæg. Længerevarende studier og erfaringer med LAR-anlæggenes beplantning er begrænsede, hvorfor der ofte anvendes en eksperimenterende tilgang til plantevalg. Derfor er der brug for systematiske forsøg og vidensopsamling for at få veldokumenterede standarder for robuste og velfungerende LAR-anlæg i byen.

Formålet med denne anbefaling er at beskrive sammenhænge mellem den eksisterende viden om *beplantningsdesign*, *plante-* og *plantensamfundsekologi* samt synliggøre, hvordan denne viden kan anvendes til etablering og drift af beplantningen i vejbede, der anvendes til nedslivning af regnvand (LAR-vejbede). Samtidig ønsker vi at synliggøre vejbedes potentiale til at styrke byens biologiske mangfoldighed og fungere som rekreative elementer i byen.

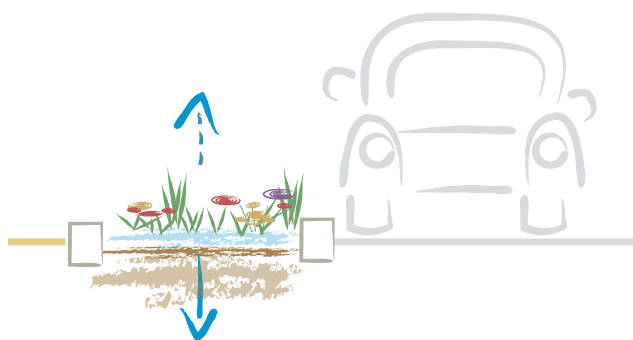


LAR-vejbede på Langelinie.



# De værdifulde LAR-vejbede

I dag skal regnvand i stigende grad håndteres anderledes i vores byer, end vi er vant til. Mere intense regnskyl skaber behov for at nedsive og forsinke regnen lokalt i stedet for at lede det til kloaksystemet, der mangler kapacitet under de voldsomme regnskyl. For kommunerne og forsyningerne er det offentlige vejnet et oplagt areal, hvor der kan etableres elementer til lokal nedsivning og forsinkelse af regnvand.



LAR-vejbedet er derfor det mest anvendte LAR-element i det offentlige rum. Især på mindre veje etableres der i stigende grad LAR-vejbede, der ofte ligeledes fungerer som hastighedsregulering. LAR-vejbedet er et åbent bed, hvor regnvand fra vejen og eventuelt omkringliggende huse ledes til og renses gennem vækstlaget, før det nedsives til grundvandet eller ledes videre til en recipient (en å, sø, hav el. lign.). En andel af vandet fordampes af planterne og ledes derved tilbage til atmosfæren. I forhold til disse centrale funktioner, har beplantningen i bedet en essentiel rolle, hvor planternes rodnet og næringsoptag er vigtige for bedets rensfunktion og bladmassen er essentiel for fordampningen.

## Drift

Beplantningens sammensætning har stor betydning for den fremtidige drift af bedet. En grundsten til et velfungerende LAR-vejbed, som kan plejes ved lav drift, er plantevalget. Plantevalget skal tage udgangspunkt i grundlæggende viden om planteøkologi (f.eks. artens vækstkrav, spredningsstrategi). Sammensætning af arter i vejbedet kræver, at der skal tages hensyn til mange forskellige faktorer; både tekniske (rensningsfunktion, vejregler), æstetiske, og biologiske (f.eks. *økosystemtjenester*) ud fra den sammenhæng, hvor LAR-vejbedet er placeret.

## Biodiversitet

Ved at tænke klimatilpasningsindsatser sammen med strategier for at forbedre betingelserne for fauna og den vildt voksende flora har LAR-vejbede et stort potentiale for at bidrage til biologisk mangfoldighed i bymæssige omgivelser. Men det kræver målrettet og bevidst arbejde med diversitet i vegetationen (plantesamfund) samt artsvalg, der understøtter faunaen, f.eks. gennem nektar-ressourcer eller gemmesteder for insekter.

## Rekreative oplevelser

Borgernes opbakning til afkobling af regnvand fra kloakken, gennem lokal afledning af regnvand, er central. Denne opbakning kan understøttes, når LAR-vejbede bidrager med grønne oplevelser for byens borgere. Beplantningen kan designes med fokus på den rekreative oplevelse, hvor farver (løv, blomst), strukturer og beplantningens naturlige dynamik er vigtige elementer. LAR-vejbedets visuelle fremtoning og oplevelsesværdi er vigtig for, at borgerne oplever LAR-vejbedet som et positivt tiltag i byen, men samtidig viser erfaringer fra Langelinie-projektet, at mange borgere ligeledes er bevidste om og værdsætter LAR-vejbedets betydning for flora og fauna.

## ØKOSYSTEMTJENESTER

Økosystemtjenester er en lang række af funktioner udført af økosystemer (organismer og naturlige processer) og som gavner mennesker, f.eks. bestøvning, rekreative muligheder, vandrensning.

Økosystemtjenesterne opdeles i kategorierne kulturelle, forsynende, samt regulerende og støttende

(Haines-Young & Potschin 2018).

# VUDP-projektet



Projektpartnere samlet ved et vejbed på Langelinie.

## Partnere og projektperiode

**Projektet LAR-optimering af driftsøkonomi, biodiversitet og rekreativ merværdi via plantevalg i vejbede forløb fra januar 2017 til december 2018. Projektet blev muliggjort med støtte fra Vandsektorens Udviklings- og Demonstrationsprogramsfond (VUDP).**

Projektets partnere har fra 3VAND samarbejdet været HOFOR, Aarhus Vand og VandCenter Syd (VCS), samt de lokale tilknyttede kommuner: Odense-, Københavns-, Brøndby- og Aarhus Kommuner. Videre har Københavns Universitet, Institut for Plante og Miljøvidenskab samt Institut for Geovidenskab og Naturforvaltning, deltaget i projektet med to forskere, henholdsvis Mona C. Bjørn og Andy G. Howe. Forskerne har spillet en central rolle i projektet ved at stå for data- og vidensindsamling, samt bearbejdning af materialet.

Caseområdet for projektet er VCS' klimatilpasningsprojekt på Langelinie i Odense, hvor der blev etableret LAR-vejbede i forbindelse med renovering af kloakeringen i området i perioden 2014 - 2017. De eksisterende trafikregulerende heller, der var beplantet med bøgepur, blev i den forbindelse omdannet til LAR-vejbede og suppleret med flere nye anlæg.

## FORMÅLET MED PROJEKTET

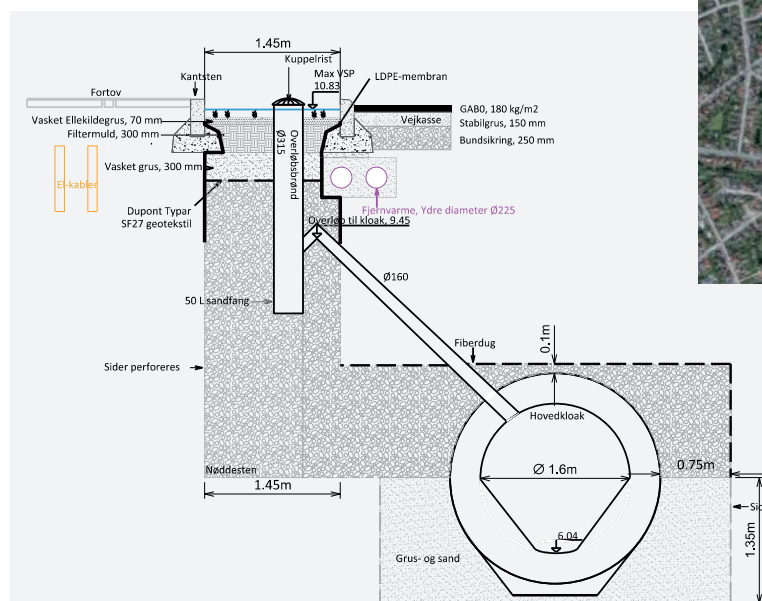
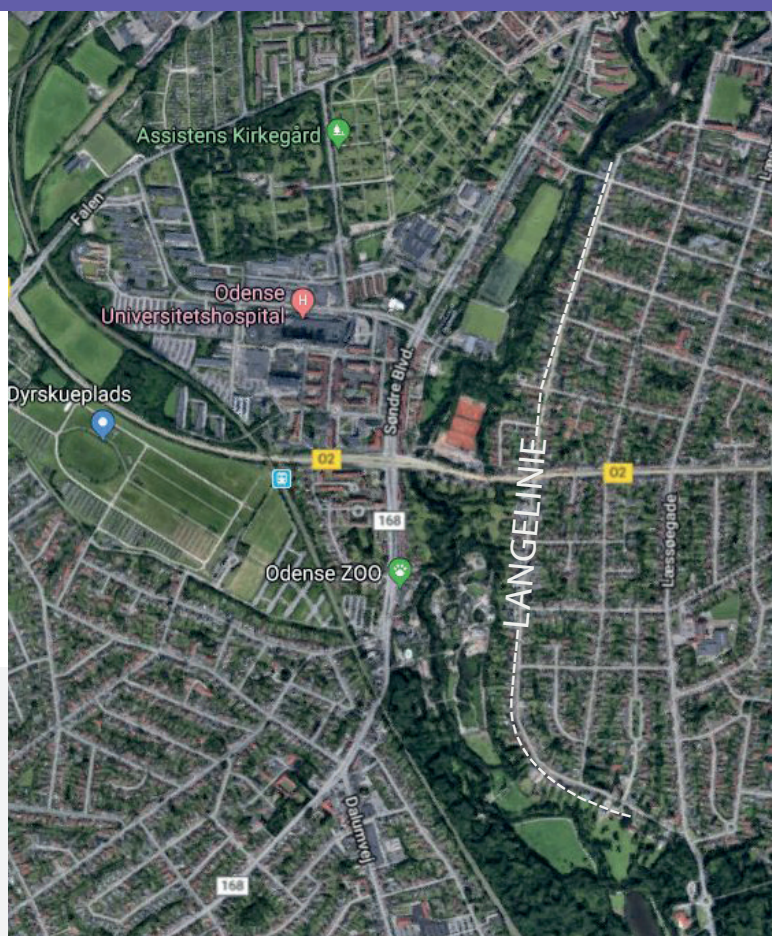
- At undersøge etablering og ekstensiv drift af LAR-vejbede som redskab til rekreativ merværdi i eksisterende LAR-vejbede på Langelinie
- At dokumentere eksisterende LAR-anlægs betydning som levested og spredningskorridor for planter og dyr
- At teste filterjord som vækstmedie for *urteagtige planter* og plantesamfund i LAR-vejbede
- Optimering af plantevalg til LAR, der fremmer biodiversitet i byen
- At udvikle robuste beplantninger til LAR-vejbede, som er priseffektive og kan tilpasses lokale forhold



# Caseområde - Langelinie, Odense

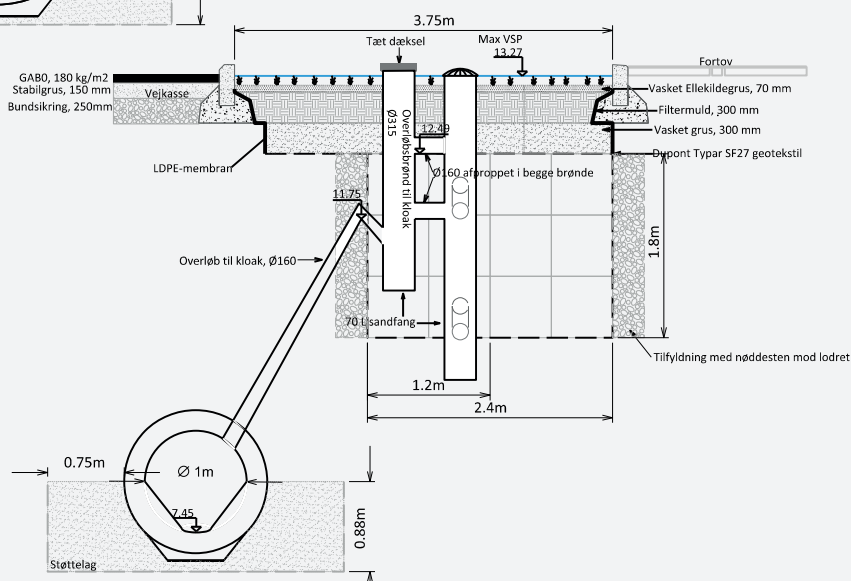
Langelinie er en gade, der strækker sig 1,5 km gennem et villakvarter fra det centrale Odense parallelt med Odense Å. På Langelinie er i alt etableret 33 LAR-vejbede i forbindelse med renovering af kloakeringen i området. LAR-vejbedene på Langelinie blev udvalgt som case, fordi klimatilpasningsprojektet gav et godt grundlag for dataindsamling, statistisk analyse af vækstforholdene samt den tilknyttede fauna.

På Langelinie er der anvendt to forskellige tekniske opbygninger af LAR-vejbedet: *Nøddestensløsning* (tv.) og *Faskineløsning* (th.) (Figur 1).



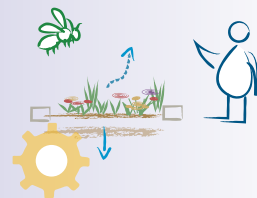
*Faskineløsningen er opbygget af plastkassetter. Nedsivning antages i kassetterne hovedsageligt at ske gennem faskinens sider. To af de 33 bede på Langelinie er opbygget med kassetter, mens det øvrige antal er opbygget med stenfaskinen.*

Nøddestensløsningen er opbygget med en stenfaskine under vækstlaget af filterjord. Stenfaskinen leder regnvandet der nedsiver gennem filterjorden ned til den gruspude kloakrøret ligger på. Herfra kan regnvandet nedsive til den underliggende råjord.



Figur 1. Tekniske løsninger anvendt på Langelinie. Tv. nøddestensløsning, th. faskineløsning.





I begge tilfælde er der anvendt en kombination af *vasket grus* (0,3 m) og *filterjord* (0,3 m) som rensnings- og nedsivningsmateriale. *Filterjord* anvendes i LAR-elementer til at sikre hurtig infiltration af regnvand i forbindelse med normal nedbørsmængde såvel som ekstremregn. Krav til *filterjord* er pH min 6,5, 10 % finpartikler (silt og ler), ca. 1 – 3 % organisk stof samt korn i sand- og grus-størrelse (Ingvertsen et al., 2015). I overfladen er der udlagt 70 mm *vasket grus* som spiringshæmmende lag. Indløbet til LAR-vejbedet er placeret mod syd, dog findes der enkelte undtagelser.

På Langelinie er LAR-vejbedene dimensioneret til en 5 års hændelse, og vandet kan stuve op i bedet til en højde på 15 cm. Når bed og faskine er helt fyldt, vil vandet løbe over til kloakken. Overløb til kloakken, registreres med logger og er ikke sket i perioden 2014-2018.

LAR-vejbedene er etableret med et indløb, efterfulgt af et sandfang. Herfra fordeles vejvandet via en rende til hele bedet således, at rensning og nedsivning kan udnyttes i hele LAR-vejbedets areal (Figur 2).



E. Nielsen

*Filterjord udlægges i Langeliniebedene. Efter filterjorden er udlagt i et jævnt lag på 0,3 m, udlægges laget med vasket grus og afslutningsvis lægges løg og knolde, og der plantes stauder og prydgæsser græsser.*



M. Gudiksen

Figur 2. De hvide pile illustrerer, hvordan vandet guides gennem bedet. Den korte hvide pil med titlen 'indløb' illustrerer vandets vej ind i bedet. Den lange pil gennem bedet illustrerer, hvordan vandet først fordeles i bedets længderetning gennem fordelelrenden, før det løber over rendens kant og fordeles sig ud i bedets bredde.



# Caseområde - Langelinie, Odense

LAR-vejbedene på Langelinie er beplantet med stauder og prydkræfter (*kulturplanter og vildt voksende arter*) i to forskellige mix. For at reducere vedligeholdelsesomkostninger til fjernelse af arter der forekommer spontant, er der udlagt et lag af vasket grus (0 - 2 mm). Vedligeholdelse af LAR-vejbedene inkluderer derudover fjernelse af blade, rensning af fordelingsrende og sandfang samt indsamling af skrald (Tabel 1).

Tabel 1: Årlig timeopgørelse for vedligeholdelse af 29 eksisterende LAR-vejbede (totalt areal ca. 600 m<sup>2</sup>) på Langelinie.

Post	Timer pr. år	Procentfordeling (%)
Lugning	12,5	7,4
Fjernelse af skrald (Bed, sandfang og fordelingsrende)	40,5	24
Tilse planter for mistrivsel	2,5	2
Fjernelse af dødt materiale, især blade (Bed, sandfang og fordelingsrende)	78,0	47
Tilsyn af jorden (skal fremstå i et jævnt lag)	0,5	0,2
Fjernelse af frøstande og visne blade fra løg (Når løg har trukket sig tilbage)	1,0	0,4
Nedklipping (I forbindelse med forårsklargøring)	32,0	19
Antal timer pr. år	167	

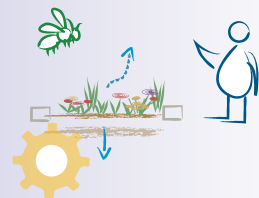


Opsamling af blade er en stor post i driften af vejbedene på Langelinie.



Bedene fungerer som miljøstationer til rensning af det forurendede vejvand, før det nedsiver. Sammen med vandet strømmer også affald ind i bedene, hvis det da ikke smides direkte i bedene. Fjernelse af skrald fylder derfor meget i driften af Langelinievejbedene.





M. C. Bjørn

*Langelinie LAR-vejbed i efterårsfarver.*



# Undersøgelser i VUDP-projektet

I perioden marts 2017 til september 2018 undersøgte vi flora og fauna tilknyttet de 33 LAR-vejbede på Langelinie. LAR-vejbedene varierer i størrelse fra 10 m<sup>2</sup> til 42 m<sup>2</sup> og er placeret med en gennemsnitlig afstand på 80 m. I projektet indgik fire LAR-vejbede som forsøgsarealer på Langelinie.

## Langelinie - eksisterende vejbede

De 29 eksisterende LAR-vejbede på Langelinie blev undersøgt med henblik på at evaluere 1) overlevelse af udplantede arter, 2) nye arter i LAR-vejbedet, 3) fauna tilknyttet vejbedet samt 4) pleje af vegetationen.

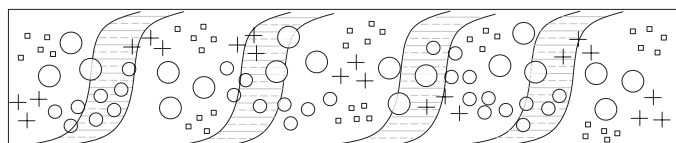
Overlevelse af de udplantede arter er opgjort ved optælling og sammenlignet med det oprindelige antal udplantede arter. Arter der hovedsageligt spredes generativt (ved frø) er ikke optalt, fordi det ikke har været muligt at afgøre individets (plantens) alder. LAR-vejbedene er beplantet med stauder, prydragræsser, løg og knoldplanter i to forskellige mix, A & B (Figur 3).

De to mix er forskellige i artssammensætning samt i deres vertikale og *horisontale* struktur (planternes højde, bredde, vækstform, arkitektur, bladform osv.). I bedene er der anvendt en kombination af arter, der forekommer *vildt voksende i Danmark* samt *kulturplanter*, som normalt associeres med *sandet og tørkestressede vegetationstyper* (Tabel 2). Vegetationen er etableret ved udplantning i en gennemsnitlig plantetæthed på 14 planter pr. kvm.

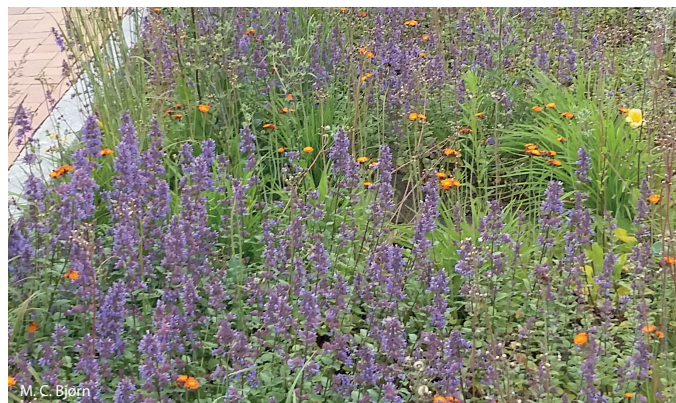
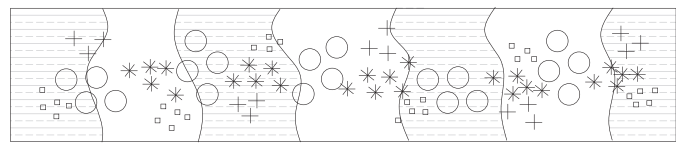


Mona C. Bjørn og Andy G. Howe registrerer flora og fauna på Langelinie.

## MIX A

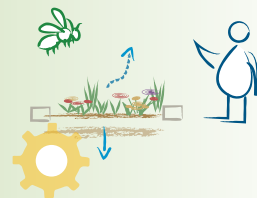


## MIX B



Figur 3. Langelinie vejbede med to forskellige plantesammensætninger.





Tabel 2: Beplantning på Langelinie. Blomstringstidspunkt er angivet med romertal (II: februar til X: oktober).

Familie	Videnskabeligt navn	Kultivar	Mix	Blomstringstidspunkt (Baagøe et al., 1996)	Oprindelse (Erhardt et al., 2002)
Asteraceae	<i>Artemisia ludoviciana</i>	'Valerie Finis'	A	VII-VIII	Kulturplante (arten vildtvoksende i Alaska, Canada, V-USA, Mexico)
Brassicaceae	<i>Crambe maritima</i>		B	VI-VII	Europa undt. Kaukasus
Apiaceae	<i>Eryngium planum</i>	'Blaukappe'	B	VII-VIII	Kulturplante (arten vildtvoksende i C-Europa, Kaukasus, V-Sibirien, C-Asien)
Geraniaceae	<i>Geranium platypetalum</i>		B	VI-VIII	Tyrkiet, Kaukasus, Iran
Geraniaceae	<i>Geranium sanguineum</i>		A	VI-VIII	Europa, Tyrkiet, Kaukasus
Asphodelaceae	<i>Hemerocallis</i> ×	'Stella d'Oro'	B	VI-X	Kulturplante (hybrid, formentlig fra Kina)
Asteraceae	<i>Hieracium aurantiacum</i>		B	VI-VII	Europa undt. Britiske øer og Iberiske halvø
Asteraceae	<i>Kalimeris incisa</i>	'Alba'	A	VII-IX	N-Sibirien, N-Kina, Korea, Japan
Lamiaceae	<i>Nepeta</i> × <i>fassenii</i>	'Blue Wonder'	B	V-IX	Kulturplante (hybrid mellem arterne <i>N. racemosa</i> and <i>N. nepetella</i> )
Crassulaceae	<i>Hylotelephium telephium</i>	'Matrona'	A	VII-IX	Kulturplante (arten vildtvoksende i Europa)
Poaceae	<i>Calamagrostis</i> × <i>acutiflora</i>	'Overdam'	B	VII	Kulturplante (hybrid mellem arterne <i>C. arundinacea</i> and <i>C. epigejos</i> )
Poaceae	<i>Panicum virgatum</i>	'Heavy Metal'	A	VII-IX	Kulturplante (arten vildtvoksende i bl. A. Canada, USA, Mexico, C-Amerika)
Iridaceae	<i>Crocus biflorus</i>		B	II-III	Italienske halvø, Balkan, Rusland, Tyrkiet, Kaukasus, N-Iran, N-Irak
Iridaceae	<i>Crocus tommasinianus</i>		B	II-III	Kroatien, Bosnien, Ungarn, Serbien
Amaryllidaceae	<i>Nacissus poeticus</i>	'Acteaea'	A	IV-V	Europa: Iberiske halvø, Frankrig, C-Eur., Schweiz, Balkan, Ø-Europa
Liliaceae	<i>Tulipa sylvestris</i>		B	V-VI	Europa, Iberiske- og Italienske halvø, C-Eur, Schweiz, Tyrkiet, Kaukasus
Liliaceae	<i>Tulipa turkestanica</i>		A/B	III-IV	C-Asien



Vejbedene på Langelinie er sammensat af kulturplanter og arter, der er vildtvoksende i Danmark i to forskellige mix (A & B). Vegetationen i de to mix varierer i blomstringsperiode, højde, struktur.



# Dataindsamling



## Drift

Plejen af LAR-vejbedene på Langelinie blev i forsøgsperioden ændret for at undersøge etablering og spredning af *spontan forekommende arter i bedene*. LAR-vejbedene placeret ved lige husnumre blev luget 9 gange for alle spontan forekommende arter mens vegetationen i bede ved ulige husnumre ikke blev driftet i forsøgsperioden.

Betydningen af nedklippingstidspunktet for overvintrende *led-dyr* (f.eks. edderkopper og insekter) i bedene blev undersøgt ved, at bede ud for ulige husnumre blev klippet ned i februar, mens de resterende bede blev klippet ned i foråret. Regelmæssig indsamling af skrald og rensning af fordelingsrenden var uændret. I samme periode blev også borgernes præferencer for nedklippingstidspunkt undersøgt.

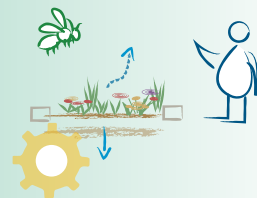
## Flora

I projektperioden blev eksisterende beplantning og *spontan forekommende arter* registreret ved brug af *dækningsgradsanalyse* (målefelt på 2 m × 0,6 m) i kombination med floralister og optælling af blomster (antal pr. art). I hvert LAR-vejbed blev der foretaget to dækningsgradsanalyser placeret i hver ende af bedet. *Målefeltet* blev placeret således, at den designede beplantningsstruktur (planternes placering og sammensætning) blev ligeligt repræsenteret i hvert *målefelt* (Figur 4). Alle udplantede stauder og prydgæsser blev optalt for at evaluere plantevalget i de 29 LAR-vejbede på Langelinie.



Figur 4. Målefelt til dækningsgrads analyse i LAR-vejbede på Langelinie, Billedet th. viser mix A, mens billedet tv. viser mix B.





## Fauna

For at undersøge diversiteten og tætheden af bestøvende insekter, som anvender planter i de 29 eksisterende LAR-vejbede, iagttog vi insekter på blomster over tre måneder - en såkaldt *bestøver/plante-interaktionsanalyse*. Et udvalg af insekter blev indsamlet og identificeret. Derudover blev insekter på planter iagttaget for at indsamle viden om planteæderes og rovdyrs anvendelse af planter. For at danne et overblik over diversiteten af *leddyr* i LAR-vejbede generelt, har vi anvendt *pan traps* i tre farver (blå, gul, hvid) fyldt med sæbevand. En sammenligning mellem overvintringsmuligheder for *leddyr* i LAR-vejbedenes klippede og uklippede vegetation blev udført med *insekt-ket-sjer* (net til at fange insekter) i løbet af vinteren 2017-18.

## Merværdi

I 2018 blev borgerne på Langelinie præsenteret for et spørgeskema (sendt ud via mail-liste og sociale medier), som havde til formål at undersøge borgernes opfattelser af merværdier tilknyttet LAR-vejbedene, præference angående plante-mix (A og B) samt drift af bedene. Derudover blev borgerne spurgt om, hvorvidt de oplever, at LAR-vejbedene bidrager til deres natur og rekreative oplevelser på Langelinie.



*Pan traps der blev anvendt til at fange insekter.*



*Samtale med interesserede borgere om flora og fauna tilknyttet vejbedene på Langelinie.*



# Forsøg - Optimering af økosystemtjenester i LAR-vejbedet

For at undersøge potentialet for LAR-vejbede som redskab til at understøtte flora og faunaens livsbetingelser i byer, har vi undersøgt om vegetationen kan etableres ved brug af frøblandinger frem for udplantning. Vi har ligeledes undersøgt hvilke plantearter, der kan vokse i tørkestressede LAR-vejbede, samt hvordan disse *plantesamfund* kan anvendes til at optimere *økosystemtjenester* og betingelserne for den vildt voksende flora samt fauna. Filterjord blev anvendt som vækstmedie i alle forsøg; *Indplantningsforsøg* i eksisterende LAR-vejbede på Langelinie, et *udsåningsforsøg* i seks nyetablerede LAR-vejbede i Odense samt et plantevækstforsøg på Københavns Universitet, Campus Frederiksberg.

## Indplantningsforsøg - introduktion af vildt voksende arter

For at undersøge mulighederne for at optimere beplantningen med vigtige fødekilder for bestøvende insekter, blev der i april 2017 indplantet 2 x 5 *plugplanter* (små planter med et rodvolumen ca. 93 cm<sup>3</sup>) i de eksisterende LAR-vejbede (mix A og B) på Langelinie. I forsøget indgik *nøglearter*, der er vildt voksende i Danmark, og som kræver tilstedeværelse af specifikke bestøvere i omgivelserne for at kunne reproducere sig generativt (ved frø). Til forsøget blev arterne *Filipendula vulgaris* (knoldet mjødurt) og *Centaurea jacea* (alm. knopurt) samt *Campanula rotundifolia* (liden klokke) og *Lotus corniculatus* (alm. kællingetand) anvendt i henholdsvis mix A og mix B. *Plugplanterne* var produceret af Vegtech (A/S) og opformeret fra frø indsamlet fra vildt voksende planter fra det sydlige Sverige (Skåne, Halland, Blekinge).

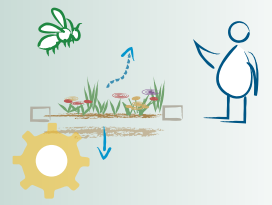


Centralt i billedet ses *Lotus corniculatus* (alm. kællingetand), der er indplantet som *plugplante*. Planten fungerer som *nøgleart* for bestemte insekter.



Her indplantes *plugplanterne* mellem de eksisterende stauder i bedet.





En skoleklasse fra Vestre Skole var i juni 2018 med til at artsbestemme bier i vejbedene på Langelinie.

## Udsåningsforsøg - lav drift, stor diversitet

Optimering af økosystemtjenester tilknyttet LAR-anlæg gennem etablering af *artsrig urtevegetation* blev testet i et udsåningsforsøg på Langelinie (4 bede) og Hørdumsgade (2 bede) i Odense. I april 2017 og december 2017 blev der udsået 26 arter, der alle findes vildt voksende i Danmark. Forsøgsarterne associeres med plantesamfund på sandet jordbund, men ved varierende kvælstofindhold og pH (sur til basisk). Eksempler på arter, der indgik i forsøget: *Achillea millefolium* (alm. røllike), *Echium vulgare* (slangehoved), *Lotus corniculatus* (alm. kællingetand), *Silene vulgaris* (blæresmælde). Udsåningstæthed: 1000 frø pr. kvm.

Frø anvendt i forsøget stammer hovedsageligt fra Slesvig-Holsten og Mecklenburg i Nordtyskland og blev sponsoreret af frøproducenten Nykilde Aps. Vegetationen blev klippet ned (ca. 10 cm) i marts 2018. Artsrigdom og *dækningsgrad* (et udtryk for en plantearts procentvis dækningsgrad i vegetationen) blev registreret løbende.



Jordhumle (en humlebi) finder nektar/pollen i de mange blomster der findes på planten slangehoved (*Echium vulgare*).



# Forsøg - Optimering af økosystemtjenester i LAR-vejbedet

## Plantevækst i filterjord

Under kontrollerede forhold ved Københavns Universitet, Campus Frederiksberg Væksthusene blev der i forsøgsperioden testet 12 forskellige arters vækst efter dyrkning i filterjord (ni vildt-voksende arter og tre kulturplanter). I forsøget blev 720 individer testet (4 behandlinger pr. art × 15 gentagelser). Plantematerialet blev dyrket fra frø i 11 cm pottes. I forsøget testes arternes respons i overjordisk biomasse (plantedele over jorden) ved dyrkning i 4 forskellige typer vækstmedie; vasket grus, to typer filterjord og pottemuld. Forsøget blev etableret ultimo maj 2017 og høstet efter 14 uger. Planternes stængel-længde samt, antal blomster og blade blev registreret. Planternes overjordiske biomasse blev efterfølgende tørret ved 60 grader i 48 timer. Forsøget blev gentaget i efteråret 2017 og foråret 2018.



Eksempel på forsøgsart: *Lotus corniculatus* (alm. kællingetand) blev dyrket i sphagnum, to typer filterjord og vasket grus.

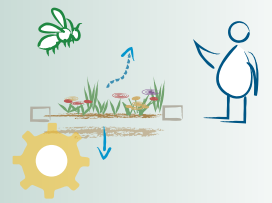


Forsøgsplanter dyrket i filterjord havde mindre overjordisk biomasse, færre blomster, kortere stængler og mindre blade sammenlignet med dyrkning i potte muld.



De forskellige planters tørrede overjordiske biomasse vejes.





M. C. Bjørn

Forsøg på Københavns Universitet – Plantevækst i filterjord.



# Anbefalinger - Optimeret plantevalg til LAR-vejbed

## Plantevalg

### 1 OVERORDNEDE OVERVEJELSER OM PLANTEVALG

Områdets karakter og andel af grønt.

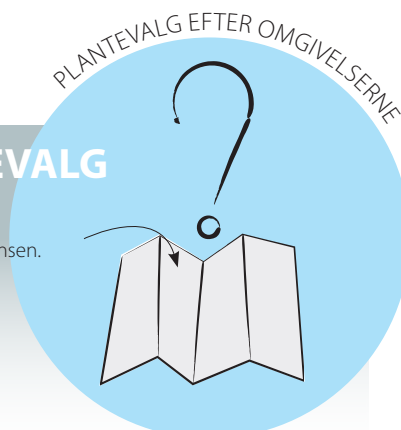
Hvilken bymæssig sammenhæng indgår vejbede i? F.eks. hoved- eller villavej/centrum eller bygrænsen.

Hvordan kan plantevalget understøtte den lokale flora og fauna?

**Langelinie erfaringer s. 11 og s. 21**

Har borgerene særlige forventninger til beplantningens udtryk?

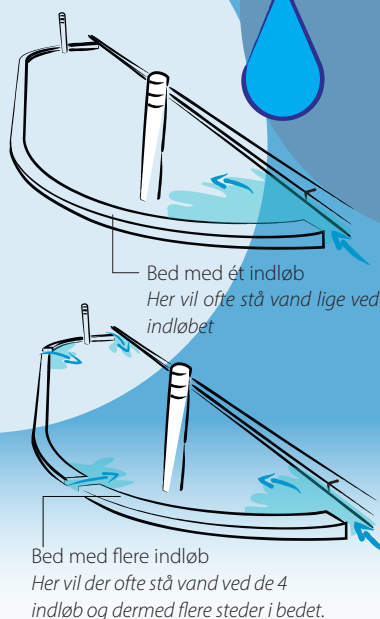
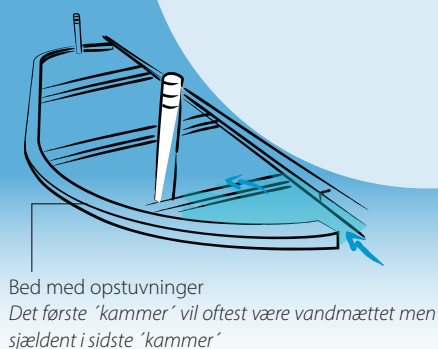
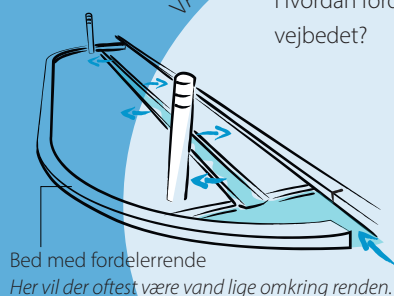
**Langelinie erfaringer s. 11 og s. 22**



### 2 VÆKSTFORHOLD I LAR-VEJBEDET

VANDETS VEJ GENNEM BEDET

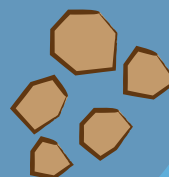
Hvordan fordeles vandet i LAR-vejbedet?



VÆKSTFORHOLD: Jord og vanddynamik

- Hvor stor et opland afvandes til bedet?
- Hvordan er vejbedet dimensioneret og hvor meget vand kan stuve op i vejbedet?

**Langelinie erfaringer s. 4-5**



- Hvor hurtigt siver vandet gennem vækstlaget (infiltrationsevne)?
- Hvordan er fugtforholdene ved hverdagsregn? (F.eks. en regn der optræder hvert år eller hvert 1/2 år.)
- Hvordan er jordens kemiske og fysiske egenskaber? (F.eks. organisk materiale, pH.....)

**Langelinie erfaringer s. 5**

### 3 VÆLG ARTER PÅ BAGGRUND AF VÆKSTFORHOLD

**HER KAN MAN SØGE VIDEN OM HVILKE PLANTER, DER KAN ANVENDES?**

Find inspiration i Naturtyper

Hvilke arter vokser under de forhold, der findes i LAR-vejbedet?

Søg viden om arterne f.eks. i botaniske opslagsværker

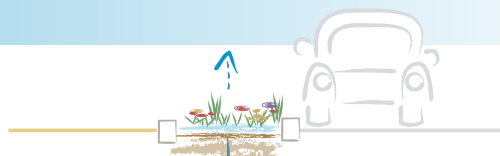
Anvend Ellenberg's indikator værdier

**Læs mere på s. 19**





# Sammensætning



## 4 VÆLG PLANTER TIL ET ROBUST PLANTEMIX

SAMMENSET EN KOMPLEKS VEGETATION



En kompleks vegetationsstruktur skaber et godt udgangspunkt for:

- Robust og modstandsdygtig vegetation, **s.19**
- Understøttelse af biodiversitet f.eks. insekter og andre leddyr, **s.21**
- Rekreative oplevelser, **s.22**

Til et robust plantevalg anbefales det at sammensætte planter med forskellige højde, bredde, livsform og livsvarighed. **Læs mere på s. 19**

Se nærmere på, hvordan de forskellige arters vækst komplementerer hinanden for at sikre, at de vokser godt sammen i et plantemix. Søg information om planterne, og/eller konsulter evt. en plantekyndig fagperson (landskabsarkitekt, anlægsgartner, planteskole, biologer).

## 5 VÆLG PLANTEMETODE



Udsået forsøgsbed på Langelinie

### UDSÅNING

- Naturpræget
- Billig etablering
- Udsåningstidspunkt vigtigt **Læs mere på s. 19**
- Muligt at få mange arter fra frø, som ikke kan fås på planteskoler.

.....eller kombinér

### PLANTNING

- Muligt at etablere et mere formelt udtryk.
- Vigtigt at se nærmere på hvordan arterne bedst sammesættes. Anvend f.eks.: Geselligkeit / Plante sociabilitet værktøjet.

**Læs mere på s. 19**



Plantede bede på Langelinie



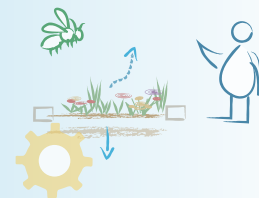
# Anbefalinger

## Ny grøn infrastruktur for regnvands- håndtering, biodiversitet og rekreation

LAR-vejbede skaber en ny grøn infrastruktur i byen på det overordnede landskabs skala: vejbede på Langelinie har skabt omkring 600 m<sup>2</sup> til rekreative oplevelser og natur. Planthesammensætning kan tilpasses den lokale fauna for at skabe og forbedre mængden af pollen- og nektar-ressourcer, samt mindske afstanden mellem ressourcer i det befæstede bymiljø. Samtidig skabes muligheder for at borgerne kan nyde blomster, fauna og årstidsskift.







## Plantevalg og etablering

### Abiotiske faktorer og Ellenberg's indikator værdier

Plantevalget skal tage udgangspunkt i de abiotiske faktorer (f.eks. lys, vand, pH, næring), som er til stede i LAR-vejbedet. Her kan Ellenberg's indikator værdier (Hill, 1999; [www.ecoflora.org.uk](http://www.ecoflora.org.uk)), være et redskab til at udvælge arter. Ved at sammenholde Ellenberg indikator værdier (1-9) for lys, fugt, reaktion, N og salt, med de abiotiske forhold i LAR-vejbedet, kan der etableres et velfungerende plantesamfund. Som tommelfingerregel kan der hentes inspiration i plantesamfund associeret med kalkholdig, sandet jordbund, hvis vækstmediet er *filterjord*.

### Udsåning

Etablering af *urte-domineret vegetation* fra frø kan være en effektiv metode til at introducere mange arter, der findes vildt voksende i Danmark, men som er trængt i en bymæssig sammenhæng. Udsåning i halvåret efterår/vinter anbefales, da mange frø (især flerårige *urteagtige planter*) kræver kuldepåvirkning for at kunne spire.

### Geselligkeit / Plante sociabilitet

"Geselligkeit" / "Plantesociabilitet" er et *plante-økologi-baseret* redskab til at sammensætte *kulturplanter* (prydgræsser og stauder) i designede bede. Under hensyntagen til arternes størrelse (højde, bredde) og spredningsform anbefales det, at arterne anvendes i større eller mindre grupper.

### Kompleks vegetations struktur

Når *vegetationsstrukturen* er kompleks (*vertikal og horisontal*) og sammensættes af mange forskellige arter med varierende højde, bredde, livsform, vækstform og livsvarighed, vil det være muligt at etablere et *plantesamfund*, der er modstandsdygtigt over for varierende ressourcer, f.eks. vand eller etablering af *spontan vegetation*.

### Spontant forekommende arter

Arter, der forekommer *spontant* i LAR-vejbedet, kan være en *resource for insekter* (f.eks. som pollen-kilde eller foderplante for enlige bier el. sommerfuglelarver), men tilstedeværelse af *invasive arter* i vejbedet skal bekæmpes jf. gældende lovgivning for arten (se Miljøstyrelsens hjemmeside).

### Nøglearter

Strategisk indplantning i LAR-vejbedet med arter, der forekommer vildt voksende i Danmark, kan bidrage med *fourageringsgrundlag* for organismer, der har svært ved at finde føde og levesteder i bymiljøer. *Nøglearter* kan f.eks. være vigtige foderplanter for sommerfugle, samt nektar- eller pollenkilder for bestøvende insekter.



Udsåningsforsøg på Langeline under tørke tilstand sommer 2018.





# Anbefalinger

## Drift

### Spirings hæmmende vækstmedie

Pleje af vegetation kan reduceres til et minimum ved at anvende et *spiringshæmmende vækstmedie*. Et tyndt lag (30 - 50 mm) vasket grus (0 - 2 mm) har den fordel, at *spontan vegetation* har vanskeligt ved at etableres.

### Naturnær vegetationstyper

Udgifter til pleje af LAR-vejbedets vegetation kan reduceres til f.eks. årlig slåning og efterfølgende fjernelse af biomasse (det afklippede plantemateriale), hvis der etableres naturnære vegetationstyper som *artsrigt græsland*. Forstyrrelse og nedklipning af vegetationsdækket er nødvendig for at opnå regeneration fra frø.

### Organismer der overvintrer i vejbedet

For tidlig igangsættelse af forårsklargøring/nedklipning af vegetationen kan have store negative konsekvenser for organismer der overvintrer i LAR-vejbedet. Konsekvenserne kan reduceres, hvis nedklipningen først gennemføres i det tidlige forår (primo marts afhængig af sæsonen). Alternativt kan nedklipning og fjernelse af *biomasse* sker med nogle dages mellemrum således at insekter kan nå at kravle / flyve væk.

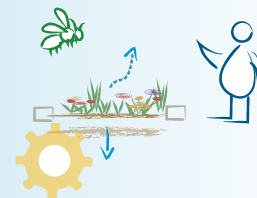


Forøgsbedene på Langelinie er et eksempel på en naturnær vegetationstype til LAR-vejbedet.



Uklippet vegetation i LAR-vejbedene på Langelinie.





## Fauna

### Levesteder og struktur

Nogle artsgrupper, f.eks. mariehøns og edderkopper, opholder sig i selve LAR-vejbedene over længere perioder hvor de finder byttedyr og læ. Andre artsgrupper, f.eks. flyvende insekter, besøger hyppigt blomsterne i LAR-vejbedene i en periode, men de har redepladser i det omkringliggende landskab. LAR-vejbede bidrager dermed væsentligt til forskellig slags bynatur, da de bidrager med ly, føde og levesteder, der udgør essentielle behov for mange forskellige *lededyr*.

### Variation i plantesammensætning

Et varieret plantevalg (f.eks. flere mix) er vigtigt for at skabe de overordnede vilkår for levesteder langs vejen, hvor LAR-vejbede er anlagt. En varieret vegetationsstruktur skaber levesteder med forskellige miljøvilkår, såsom temperatur og fugtighedsforskelle, som udnyttes af forskellige dyr.

Fauna i LAR-vejbede udnytter bedene på forskellig vis, bl.a. til *fouragere* (finde føde) på planter, sol- og støvbade (på bar jord), eller overvinde (i uklipet vegetation).

### Diversitet

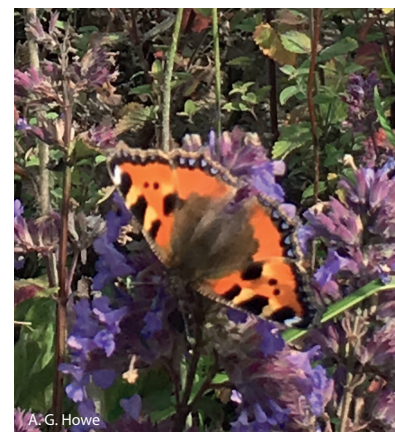
Flere forskellige plantesammensætninger kan øge tilgængeligheden af ressourcer for insekter. For bestøvende insekter udgør længden af blomstringsperioden, mængden af blomster på planterne og tidspunktet hvor planterne er i blomst, de væsentligste faktorer. Det er vigtigt at sørge for ressourcer til enhver tid i løbet af sæsonen. Varierer blomsternes farver (Tabel 3) og kronbladets struktur for at tilgodese bestøvende fauna med forskellig kropsstørrelse og tungelængde, samt mængden af nektar/pollen.

### Bar jord som ressource

Bar jord i LAR-vejbede er en ressource for faunaen. Bar jord er vigtigt for solbadning (f.eks. enlige bier og sommerfugle), støvbadning (fugle), samt *fouragering* og jagtområder (myrer, edderkopper mv.).



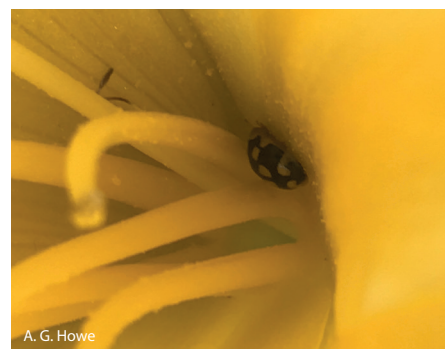
A. G. Howe



A. G. Howe



A. G. Howe



A. G. Howe

### Anvendelse af nøglearter

Hvis planter, som er *nøgle-arter* for insekter, inddrages LAR-vejbedes plantesammensætning, kan de udgøre en særlig ressource for områdets insektliv.

Tabel 3: *Oversigt over blomsterfarver og overordnede insektgrupper, som tiltrækkes. En række faktorer påvirker forholdene, bl.a. kronbladets struktur (form og placering), størrelse og dybde af blomster, antallet af blomster pr. plante samt mængden af nektar/pollen. (Kirk & Howes 2012, Reverté et al. 2016)*

Blomster farve	Primært	...men også
Hvid	Biller, bier	Sommerfugle, blomsterflue, myre, hvepse
Gul	Biller, bier	Sommerfugle, blomsterflue, myre hvepse
Blå	Bier	
Lila	Sommerfugle	Bier, hvepse, blomsterflue
Rød-Pink	Sommerfugle	Humlebier, blomsterflue



# Anbefalinger

## Rekreativ merværdi

### Rekreative- & naturoplevelser

De fleste borgere sætter pris på de natur- og rekreative oplevelser, som de får med vegetationen og faunaen i LAR-vejbedene.

### Forskellige former og farver

Variation i blomsters og blades/stænglers farver virker positivt.

### Lang blomstring

Variation i planternes blomstringsperiode opfattes positivt, fordi der altid er blomster at se på i løbet af sæsonen.

### Årstidsvariation

Årstidsvariation i vegetationens struktur, farver af blomster og blade opleves positivt. F.eks. lægger de fleste borgere mærke til afblomstrede planter og uafklippede vinterstande som en positiv del af årstidernes skift.

### Vinterstande

Om vinteren har uafklippet vegetation (vinterstande) en sikkerhedsværdi ift. at øge synligheden af LAR-vejbede for nogle borgere.

### Naturoplevelser

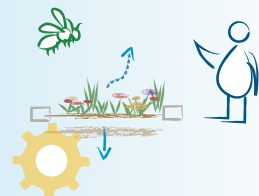
Fauna tilknyttet LAR-vejbedene på Langelinie, som giver borgere positive naturoplevelser, inkluderer sommerfugle, enlige bier og honningbier, humlebier, svirrefluer, bænkebidere, spurve, duer og solsorte.



*Kommunikation til borgerne om vejbedets betydning for faunaen. Skiltet beskriver forskningsprojektet, og her står bl.a.: "Vi holder skarpt øje med kryb, kravl og plantedynamik i bedene".*

*Løgplanter i bedene sørger for det tidlige blomsterflor i bedene.*





L.K. Sangill

Andy G. Howe fortæller to nysgerrige forbipasserende på Langelinie om udsåningsforsøget.



# Anbefalet litteratur

Baagøe, J. et al. (1999). Dansk feltflora, Edited by Hansen, K., 1st ed., 8.oplag, Gyldendal

Bjoern, M.C., Weiner, J. & Ørgaard, M. (2016). Is colourful self-sustaining forb vegetation mere fantasy? Urban Forestry & Urban Greening vol. 15, pp. 75–79. doi.org/10.1016/j.ufug.2015.11.011

Cederkvist et al. (2015). Filterjord: en metode til håndtering af vejvand. Videnblade Park og Landskab, (7.03-03)

Erhardt, W., Götz, E., Bödeker, N. & Seybold, S. (2002). Zander Handwörterbuch der Pflanzen namen 17. Auflage 2002 Verlag Eugen Ulmer

Haines-Young, R. & M.B. Potschin (2018). Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 & Guidance on the Application of the Revised Structure. Available from [www.cices.eu](http://www.cices.eu)

Hansen, R. & Stahl, F. (1983). Die Stauden und ihre Lebensbereiche. Verlag Eugen Ulmer

Hill, M. (1999). ECOFACT. Volume 3: Technical Annex - Ellenberg's indicator values for British plants. ISBN: 1 870393 48 1

Hitchmough, J., de la Fleur, M. & Findlay, C. (2004). Establishing North American prairie vegetation in urban parks in northern England. Part 1. Effect of sowing season, sowing rate and soil type. Landscape and Urban Planning, vol. 66, pp. 75-90. doi.org/10.1016/S0169-2046(03)00096-3

Hitchmough, J., Wagner, M. & Ahmad, H. (2017). Extended flowering and high weed resistance within two layer designed perennial "prairie-meadow" vegetation. Urban forestry & urban greening, vol. 27, pp. 117-126. doi.org/10.1016/j.ufug.2017.06.022

Hunter, M. (2011). Emerging Landscapes. Using Ecological Theory to Guide Urban Planting Design: An adaptation strategy for climate change. Landscape Journal, vol. 30, 2. pp. 173-193. doi: 10.3368/lj.30.2.173

Ingvertsen, S. et al. (2015). Sammensætning og brug af filterjord. Videnblade Park og Landskab, (7.03-06)

Kirk, W.D.J & Howes, F.N. (2012) Plants for Bees - A guide to the plants that benefit the bees of the British Isles. International Bee Research Association

Monberg R.J. et al. (2018). Exploring structural habitat heterogeneity in sustainable urban drainage systems (SUDS) for urban biodiversity support. Urban Ecosystems, vol. 21, 6. pp. 1159–1170. doi.org/10.1007/s11252-018-0790-6

Parr, T.W. & Way, J.M. (1988). Management of Roadside Vegetations: The Long-Term Effects of Cutting. Journal of Applied Ecology, vol. 25, no. 3, pp. 1073-1087. doi: 10.2307/2403767

Reverté et al. (2016). Pollinators show flower colour preferences but flowers with similar colours do not attract similar pollinators. Annals of Botany, vol. 118, 2. pp. 249–257 doi:10.1093/aob/mcw103

Wagg, C. et al. (2017). Plant diversity maintains long-term ecosystem productivity under frequent drought by increasing short-term variation. Ecology, vol. 98, 11. pp. 2952-2961. doi.org/10.1002/ecy.2003

Wright, A.J. et al. (2017). Plants are less negatively affected by flooding when growing in species-rich plant communities. New Phytologist, 213, pp. 645-656. doi.org/10.1111/nph.14185

## Nyttige hjemmesider

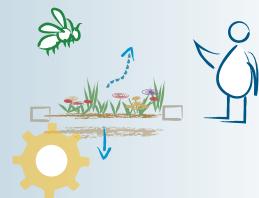
**Ellenberg indikator værdier:** [www.ecoflora.org.uk](http://www.ecoflora.org.uk)

**USDA database:** [www.plants.sc.egov.usda.gov/java/](http://www.plants.sc.egov.usda.gov/java/)

**Springsbetingelser frø:** [www.kew.org/science](http://www.kew.org/science)

**Værtsplanter og planter for sommerfuglelarver, med links til nyttige Danske sommerfugleforeninger:** <http://lepidoptera.dk/>





L.K. Sangill



